

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-059357

(43)Date of publication of application : 26.02.2002

(51)Int.Cl.

B24B 37/00
H01L 21/304
H01L 21/306

(21)Application number : 2000-252133

(71)Applicant : TORAY IND INC

(22)Date of filing : 23.08.2000

(72)Inventor : MINAMIGUCHI NAOSHI
SHIMAGAKI MASAOKI
OTA MASAMI

(54) POLISHING PAD, POLISHING DEVICE AND POLISHING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polishing pad, a polishing device and a polishing method capable of speedily eliminating a global step difference by selectively polishing a protruded part of an irregularity on a semiconductor substrate surface in flattening of the semiconductor substrate by a CMP, reducing recessing quantity of dishing and thinning even in polishing in metallic wiring and an STI and providing the high quality semiconductor substrate with few scratch flaws and residual dust.

SOLUTION: The polishing pad to be used for chemical mechanical polishing to flatten the substrate constitutes its characteristic feature of containing a polishing layer a contact angle with water of which is less than 75 degrees and to satisfy conditions of (A) and/or (B) shown hereinunder. (A) A flexural elastic modulus is more than 2 GPa. (B) Surface hardness is more than 80 in durometer D hardness.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-59357
(P2002-59357A)

(43) 公開日 平成14年2月26日 (2002. 2. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	C 3 C 0 5 8
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304	6 2 2 F 5 F 0 4 3
			6 2 2 X
21/306		21/306	M

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-252133(P2000-252133)

(22) 出願日 平成12年8月23日 (2000. 8. 23)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 南口 尚士

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 島垣 昌明

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

(72) 発明者 太田 雅巳

滋賀県大津市園山1丁目1番1号 東レ株式会社滋賀事業場内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研磨パッドおよび研磨装置ならびに研磨方法

(57) 【要約】

【課題】CMPによる半導体基板の平坦化において、半導体基板表面の凹凸の凸部を選択的に研磨することでグローバル段差が速く解消でき、また、金属配線やSTIにおける研磨においてもディッシングやシンニングなどの凹み量が少なく、かつスクラッチ傷や残存ダストが少ない高品位な半導体基板を得ることが可能な研磨パッドおよび研磨装置および研磨方法を提供するものである。

【解決手段】基板を平坦化するための化学的機械研磨に用いられる研磨パッドにおいて、水との接触角が75度以下であって、かつ以下に示す(A)および/または(B)の要件を満たす研磨層を含むことを特徴とする研磨パッド。

(A) 曲げ弾性率が2 GPa以上

(B) 表面硬度がデュロメータD硬度で80以上

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板を平坦化するための化学的機械研磨に用いられる研磨パッドにおいて、水との接触角が75度以下であって、かつ以下に示す(A)および/または(B)の要件を満たす研磨層を含むことを特徴とする研磨パッド。

(A) 曲げ弾性率が2 GPa以上

(B) 表面硬度がデュロメータD硬度で80以上

【請求項2】前記基板が、基板上に層間絶縁膜が形成された半導体基板であって、前記層間絶縁膜を研磨除去し、前記層間絶縁膜の表面を平坦化するものであることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項3】前記基板が、基板上に形成された配線溝中に主成分がCu、Al、Wのいずれかである金属配線を埋設した半導体基板であって、前記金属配線の不要部分を研磨除去し、前記金属配線の表面を平坦化するものであることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項4】前記基板が、基板上に形成された溝中に酸化膜を埋設した半導体基板であって、前記酸化膜の不要部分を研磨除去し、前記酸化膜の表面を平坦化するものであることを特徴とする請求項1記載の研磨パッド。

【請求項5】前記研磨層が、紙および/または布基材積層板からなることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の研磨パッド。

【請求項6】研磨パッドが、前記請求項1記載の研磨層と、体積弾性率が60 MPa以上でかつ引っ張り弾性率が0.1 MPa以上20 MPa以下であるクッション層とが貼り合わされたものであることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の研磨パッド。

【請求項7】前記研磨層の表面に溝または孔が形成されていることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の研磨パッド。

【請求項8】研磨ヘッドと、該研磨ヘッドに対峙して配置された請求項1～7のいずれかに記載の研磨パッドと、該研磨パッドを固定する研磨定盤と、前記研磨ヘッドおよび/または研磨定盤を回転させる駆動装置を具備することを特徴とする研磨装置。

【請求項9】基板を研磨ヘッドに固定し、研磨定盤に固定された請求項1～7のいずれかに記載の研磨パッドを前記基板に押し当てた状態で、研磨ヘッドおよび/または研磨定盤を回転させて基板を研磨することを特徴とする研磨方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板やガラス基板などの化学的機械研磨に用いられる研磨パッドおよび研磨装置および研磨方法に関するものであり、さらに詳しくは、半導体基板上に形成された層間絶縁膜の平坦化、または溝中に埋設された金属配線の平坦化、または溝中に埋設された酸化膜を平坦化するための化学的機

械研磨に用いられる研磨パッドおよび研磨装置ならびに研磨方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの性能が向上するにつれ、微細なトランジスタおよびそれを接続する配線電極が高密度でランダムに配置設計され、配線も多層化されるようになった。多層配線の層間に形成される絶縁膜(酸化膜)は、これら配線電極をカバーしているため、層間絶縁膜表面にランダムで粗密のあるパターンで凹凸を有している。その結果、例えば日経マイクロデバイス1994年7月号50～57頁記載のように、層間絶縁膜表面の凹凸のため、リソグラフィ工程における露光時の焦点深度不足が発生する。そのため、層間絶縁膜表面の凹凸を平坦化することが必要となり、化学的機械研磨(CMP: Chemical Mechanical Polishing)による半導体基板の平坦化が半導体デバイスの製造プロセスに採用されるようになった。

【0003】CMPによる層間絶縁膜表面の平坦化技術が深化するに従い、金属配線を形成するためのダマシンプロセスや、素子分離のためのシャロートレンチアイソレーション(STI)における平坦化にもCMPの技術が適用されつつある。ダマシンプロセスでは、層間絶縁膜に形成した配線溝中に埋設されたタングステン(W)やアルミニウム(Al)、銅(Cu)などの金属配線の余剰部分を研磨して、金属配線表面を平坦化することが検討されている。また、STIでは、ストッパー膜として窒化ケイ素(Si₃N₄)膜をパターニングしたシリコン(Si)基板に形成した溝中に埋設された酸化膜の余剰部分を研磨して、酸化膜表面を平坦化することも検討されている。

【0004】現在、半導体デバイスの製造プロセスにおいて、半導体基板の平坦化に用いられている研磨パッドは、特開平6-21028号公報に開示されているように、実際の研磨にあずかる研磨層と半導体基板のうねりに追従するためのクッション層を貼り合わせた二層パッドが主流であり、特に米国ロデール社が製造している研磨層(“IC-1000”)とクッション層(“Suba400”)を貼り合わせた研磨パッドが広く一般的に用いられている。この中の研磨層である“IC-1000”は、特表平8-500622号公報に記載されているように、発泡構造を有する硬質のポリウレタンからなる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】現在、広く用いられている発泡構造の硬質ポリウレタンからなる研磨層は、表面硬度はデュロメータD硬度で60程度であり、曲げ弾性率も0.3 GPa程度とポリウレタンの中では硬質の部類に属するものであるが、樹脂全体からみるとその剛性は比較的軟質な部類に入る研磨層であるといえる。そのため層間絶縁膜表面の粗密のある凹凸パターンにおいて、凸部だけでなく比較的幅の広い凹部も研磨してしま

い、チップ内の段差（グローバル段差）が解消されにくいという問題がある。そのため実用に際しては、十分な平坦性を得る前に下地の金属配線が研磨によって露出するのを防ぐために層間絶縁膜を厚く形成する、さらには幅の広い凹部にダミー配線を形成して凹部が研磨されるのを防ぐなどの施策が採られている。しかし、層間絶縁膜を厚くするとそれだけ研磨に要する時間が長くなり、その分研磨工程のコスト高を招き、また、ダミー配線の形成は配線設計上の制約を設けることになるなどの課題がある。さらに、ダマシンプロセスにおける金属配線の研磨やSTIにおける酸化膜の研磨では、溝の幅の広い部分での過剰研磨による凹み（ディッシング）を発生させる、さらには溝が密集した配線部分での過剰研磨による凹み（シンニング）を発生させるなどの課題がある。

【0006】以上のような課題を解決してより高精度な平坦化を実現するために、より硬質な樹脂からなる研磨層が検討されている。このような研磨層として塩化ビニル（PVC）樹脂板やポリメチルメタクリレート（PMMA）樹脂板などのように表面硬度がデュロメータD硬度で80以上、曲げ弾性率も2GPa以上である硬質な研磨層が検討されている。しかし、研磨層を硬質にすればするほど半導体基板にスクラッチ傷を多く発生させる、さらには半導体基板上にダストが多く残存するようになるなど、半導体基板表面の品位を著しく低下させるという問題があった。

【0007】そこで、我々はより硬質な樹脂からなる研磨層において、スクラッチや残存ダストを抑制して半導体基板表面の品位の向上を図ることを鋭意検討し、その結果、研磨層表面の水濡れ性がスクラッチや残存ダストと関係することを見出し、水濡れ性を良くすることでこれらを低減することが可能となり、本発明に至った。

【0008】すなわち本発明は、より硬質で、かつ水濡れ性が良好な、すなわち水との接触角が小さい研磨層を用いることにより、上記した課題を解決し、CMPによる基板の平坦化において、基板表面の凹凸の凸部を選択的に研磨することでグローバル段差が速く解消でき、また、金属配線やSTIにおける研磨においてもディッシングやシンニングなどの凹み量が少なく、かつスクラッチ傷や残存ダストが少ない高品位な半導体基板を得ることが可能な研磨パッドおよび研磨装置および研磨方法を提供するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】課題を解決するための手段として、本発明は以下の構成からなる。すなわち、

（1）基板を平坦化するための化学的機械研磨に用いられる研磨パッドにおいて、水との接触角が75度以下であって、かつ以下に示す（A）および／または（B）の要件を満たす研磨層を含むことを特徴とする研磨パッド。

【0010】（A）曲げ弾性率が2GPa以上

（B）表面硬度がデュロメータD硬度で80以上

（2）前記基板が、基板上に層間絶縁膜が形成された半導体基板であって、前記層間絶縁膜を研磨除去し、前記層間絶縁膜の表面を平坦化するものであることを特徴とする前記（1）記載の研磨パッド。

【0011】（3）前記基板が、基板上に形成された配線溝中に主成分がCu、Al、Wのいずれかである金属配線を埋設した半導体基板であって、前記金属配線の不要部分を研磨除去し、前記金属配線の表面を平坦化するものであることを特徴とする前記（1）記載の研磨パッド。

【0012】（4）前記基板が、基板上に形成された溝中に酸化膜を埋設した半導体基板であって、前記酸化膜の不要部分を研磨除去し、前記酸化膜の表面を平坦化するものであることを特徴とする前記（1）記載の研磨パッド。

【0013】（5）前記研磨層が、紙および／または布基材積層板からなることを特徴とする前記（1）～（4）のいずれかに記載の研磨パッド。

【0014】（6）研磨パッドが、前記（1）記載の研磨層と、体積弾性率が60MPa以上でかつ引っ張り弾性率が0.1MPa以上20MPa以下であるクッション層とが貼り合わされたものであることを特徴とする前記（1）～（5）のいずれかに記載の研磨パッド。

【0015】（7）前記研磨層の表面に溝または孔が形成されていることを特徴とする前記（1）～（6）のいずれかに記載の研磨パッド。

【0016】（8）研磨ヘッドと、該研磨ヘッドに対峙して配置された請求項1～7のいずれかに記載の研磨パッドと、該研磨パッドを固定する研磨定盤と、前記研磨ヘッドおよび／または研磨定盤を回転させる駆動装置を具備することを特徴とする研磨装置。

【0017】（9）基板を研磨ヘッドに固定し、研磨定盤に固定された請求項1～7のいずれかに記載の研磨パッドを前記基板に押し当てた状態で、研磨ヘッドおよび／または研磨定盤を回転させて基板を研磨することを特徴とする研磨方法。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、発明の実施の形態について説明する。

【0019】本発明でいう基板とは、シリコンベアウエハーやそこに素子や配線などが形成された半導体基板、液晶ディスプレイなどの平面ディスプレイのガラス基板や、TFT基板、プラズマディスプレイの背面板など、CMPによる研磨が可能なものであれば特に限定するものではないが、本発明の研磨パッドは半導体基板の研磨に好適に用いられ、酸化膜や低誘電率材料からなる層間絶縁膜、主成分がCu、Al、Wなどの金属からなる配線、素子分離のために形成された酸化膜の研磨に好適である。

【0020】本発明の研磨パッドは、研磨層単体で用いることも可能であるが、より好ましくは研磨層とクッション層を貼り合わせた二層パッドからなる。

【0021】CMPによる半導体基板の平坦化において、基板表面の凹凸の凹部の研磨を抑制し凸部のみを選択的に研磨するためには、研磨層の剛性が高いことが好ましく、具体的には曲げ弾性率が2 GPa以上であることが好ましいが、より高精度な平坦化を実現するためには曲げ弾性率が5~20 GPaであることがより好ましい。研磨層の曲げ弾性率は、JIS K7203に記載の硬質プラスチックの曲げ試験方法により測定される。さらに、研磨層の硬度はデュロメータD硬度で80以上であることが好ましいが、より高精度な平坦化を実現させるためには85~97であることがより好ましい。研磨層のデュロメータD硬度は、JIS K7215に記載の硬質プラスチックのデュロメータ硬さ試験方法により測定される。

【0022】CMPによる半導体基板の平坦化において、基板表面にスクラッチ傷や残存ダストを抑制するためには、研磨時の研磨層表面の水濡れ性が良好であることが好ましく、具体的には研磨層表面の水との接触角が75度以下であることが好ましく、さらに高品位な基板表面とするには接触角は0~60度であることがより好ましい。研磨層表面の水との接触角は市販の接触角計を用い、液滴法、傾斜法、転落法のいずれかの方法により測定される。なお、ここでいう研磨層表面とは研磨材である砥粒スラリーを介して半導体基板と接触する面であり、後述する研磨層に加工して形成した溝や孔は含まない。

【0023】ここで、研磨層表面はあらかじめ半導体基板の研磨を行う前に、ドレッサーを用いて研磨層表面を粗化する作業、いわゆるドレッシングを行うのが一般的であり、良好な研磨特性を得るために好ましく実施されている。ドレッサーとはダイヤモンドの砥粒を電着して固定したホイールであり、例えば、旭ダイヤモンド工業(株)のドレッサー モデル名 CMP-M、またはCMP-N、またはCMP-Lなどを具体例として挙げることができる。ダイヤモンド砥粒の粒径は10 μmから400 μmの範囲で選ぶことができる。ドレッサーの押し付け圧は0.005 MPaから0.2 MPaの範囲で任意に選ばれる。さらに1回または複数回の研磨を終了後にもドレッサーを用いて研磨パッドをドレッシングすることが、研磨速度を安定させるために好ましく実施される。ドレッシングの後の研磨層表面の粗さは、中心線平均粗さRaが2~20 μmであることが好ましく、さらにはRaが3~7 μmであることがより好ましい。また、十点平均粗さRzが10~300 μmであることが好ましく、さらにはRzが20~100 μmであることがより好ましい。研磨前に研磨層表面をドレッシングすることで、研磨剤である砥粒スラリーを介して半導体基

板と研磨層の潤滑状態を良好に維持し、高い研磨速度を安定して得ることができる。中心線平均粗さRa、十点平均粗さRzはJIS B0651記載の触針式表面粗さ測定器を用いて測定される。

【0024】本発明でいう研磨層表面の水との接触角とは、研磨時の研磨層表面の水との接触角をいい、すなわちドレッシングされた研磨層表面の接触角をいう。接触角は材料の化学的性質だけでなく、材料表面の微小形態によっても変化することが知られている。そこで、本発明でいう接触角とは、ドレッシングにより中心線平均粗さRaが3~7 μmである研磨層表面の水との接触角を測定したものである。

【0025】本発明の研磨層は、曲げ弾性率および/またはデュロメータD硬度、すなわち、曲げ弾性率またはデュロメータD硬度、もしくは曲げ弾性率とデュロメータD硬度の双方が上記の範囲であり、かつドレッシング後の水との接触角が上記の範囲にある材料であれば特に限定されるものではない。水との接触角が75度以下である研磨層の最表面には水膨潤層が存在し、これによりスクラッチ傷や残存ダストを抑制しているものと推定している。そのため、吸水しても研磨層の曲げ弾性率および/またはデュロメータD硬度が上記の範囲を維持する材料であることが好ましい。

【0026】そのような研磨層として、物性の異なる2種以上の素材が複合した材料からなる研磨層が好適であり、このような材料として紙および/または布基材積層板、あるいは硬質マトリクス樹脂に水不溶性の親水性成分を分散した樹脂組成物が好適に用いられる。さらに親水基を少量含有する硬質樹脂組成物なども好適に用いられる。

【0027】紙および/または布基材積層板としては、クラフト紙やリントー紙などの天然繊維からなる紙、または木綿や絹などの天然繊維からなる布などの基材に、樹脂を溶解したワニスを含浸し、次いで溶剤を乾燥除去してブリブレグを得、このブリブレグを1枚以上重ね合わせてプレス機で加圧加熱することで得られる積層板が好適に用いられる。ここで、樹脂にはフェノール樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ユリア樹脂、キシレン樹脂、フラン樹脂などの熱硬化性樹脂が利用できるが、中でもフェノール樹脂、エポキシ樹脂がより好適に用いられる。

【0028】硬質マトリクス樹脂に親水性成分を分散した樹脂組成物としては、エポキシ樹脂などの熱硬化性樹脂またはポリメチルメタクリレート(PMMA)などの熱可塑性樹脂を硬質マトリクス樹脂とし、セルロース繊維素系粉末、架橋親水性樹脂粉末などの水不溶性の親水性成分を分散した樹脂組成物が好適に用いられる。

【0029】本発明の研磨層の厚さは特に限定されるものではないが、好ましくは0.2~30 mmであり、0.3~10 mmであることがより好ましく、さらに好

ましくは0.5～3mmである。薄すぎると該研磨層の下地として好ましく使用されるクッション層またはその下層に位置する研磨定盤の機械的特性が、該研磨層そのものの機械的特性よりも研磨特性に顕著に反映されるようになり、一方、厚すぎるとクッション層の機械的特性が反映されなくなり、半導体基板のうねりに対する追従性が低下し基板全体での平坦性が均一に行えなくなる。

【0030】本発明の研磨層には、研磨剤の半導体基板と接触する研磨面への供給とそこからの排出を促進するなどの目的で、表面に溝や孔が設けられていることが好ましい。溝の形状としては、同心円、渦巻き、放射、碁盤目など種々の形状が採用できる。溝の断面形状としては四角、三角、半円などの形状が好ましく採用できる。溝の深さ、溝の幅、溝のピッチは特に限定されるものではないが、深さは0.1mmから該研磨層の厚さまでの範囲で、幅は0.1～20mmの範囲で、ピッチは2～200mmの範囲が好ましい。孔は研磨層を貫通していても良いし、貫通してなくても良い。孔の直径、孔のピッチは特に限定されるものではないが、直径は0.2～20mmの範囲で、ピッチは2～100mmの範囲が好ましい。

【0031】本発明の研磨パッドに用いられるクッション層は、現在汎用的に使用されているポリウレタン含浸不織布（例えば、ロデール社製 商品名 Suba400など）の他、ゴム、発泡弾性体、発泡プラスチックなどを採用することができ、特に限定されるものではないが、体積弾性率が60MPa以上でかつ引張り弾性率が0.1～20MPaである特性を有するクッション層が好ましい。引張り弾性率が小さい場合は、半導体基板全面の平坦性の均一性（ユニフォーミティ）が損なわれる傾向がある。引張り弾性率が大きい場合も半導体基板全面の平坦性の均一性（ユニフォーミティ）が損なわれる傾向がある。さらに好ましい引張り弾性率の範囲は、0.5～10MPaである。

【0032】ここで体積弾性率とは、あらかじめ体積を測定した被測定物に等方的な印加圧力を加えて、その体積変化を測定する。体積弾性率＝印加圧力／（体積変化／元の体積）という定義である。例えば、元の体積が1cm³であり、これに等方的に印加圧力を0.07MPaかけた時の体積変化が0.00005cm³であれば、体積弾性率は1400MPaである。体積弾性率の測定方法の一つとして、例えば被測定物をあらかじめ体積を測定しておき、その後容器にいれた水中に被測定物を浸漬して、この容器を圧力容器に入れて印加圧力を加えて中の容器の水の高さの推移から被測定物の体積変化と印加圧力を測定する方法が挙げられる。浸漬する液体は、被測定物を膨潤させたり破壊するものは避けることが好ましく、液体であれば特に限定されないが、例えば水や水銀やシリコンオイルなどをあげることができる。引張り弾性率は、クッション層をダンベル形状にして引

り張り応力を加え、引張り歪み（＝引張り長さ変化／元の長さ）が0.01～0.03までの範囲で引張り応力を測定し、引張り弾性率＝（引張り歪みが0.03時の引張り応力）－（引張り歪みが0.01時の引張り応力）／0.02で定義されるものである。

【0033】このような特性を有するクッション層を構成する成分としてはゴムが挙げられ、具体的には天然ゴム、ニトリルゴム、ネオプレン（登録商標）ゴム、ポリブタジエンゴム、ポリウレタンゴム、シリコンゴムなどの無発泡のエラストマを挙げることができるが特にこれらに限定されるわけではない。クッション層の好ましい厚みは、0.1～100mmの範囲である。厚みが小さい場合は、半導体基板全面の平坦性の均一性（ユニフォーミティ）が損なわれる傾向がある。逆に厚みが大きい場合は、局所平坦性が損なわれる傾向がある。さらに好ましい厚みの範囲は、0.2～5mmである。さらに好ましい範囲は0.5～2mmである。

【0034】本発明の研磨パッドは研磨定盤に固定して使用される。その際に研磨定盤からクッション層が研磨時にずれないように固定し、かつクッション層から研磨層がずれないように固定することが重要である。研磨定盤とクッション層の固定方法としては、両面接着テープで固定する方法や接着剤で固定する方法や研磨定盤から吸引してクッション層を固定する方法などが考えられるが特に限定されるものではない。クッション層と研磨層を固定する方法としては、両面接着テープで固定する方法や接着剤で固定する方法などが考えられるが特に限定されるわけではない。

【0035】研磨層とクッション層を貼り合わせる両面接着テープまたは接着層として好ましいものは、住友3M（株）の両面接着テープ463、465および9204等、日東電工（株）の両面接着テープNo.591等の基材なしアクリル系接着剤転写テープ、住友3M（株）のY-4913等の発泡シートを基材とした両面接着テープや住友3M（株）の447DL等の軟質塩化ビニルを基材とした両面接着テープを具体的に挙げることができる。

【0036】本発明では、研磨後に研磨層が研磨レートが得られない等の理由で交換する必要が生じた場合には、研磨定盤にクッション層を固着した状態で研磨層をクッション層から取り外して交換することも可能である。クッション層は研磨層に比べて耐久性があるので、研磨層だけを交換することはコスト面で好ましいことである。

【0037】以下、本発明の研磨パッドを使用した半導体基板のCMPによる研磨方法について説明する。

【0038】本発明の研磨パッドを用いて、研磨剤としてシリカ系ポリッシュ剤、酸化アルミニウム系ポリッシュ剤、酸化セリウム系ポリッシュ剤等の研磨剤を用いて半導体基板上での層間絶縁膜の凹凸や金属配線の凹凸を

平坦化することができる。

【0039】まず、基板を固定するための研磨ヘッドと、研磨パッドを固定するための研磨定盤と、さらに研磨ヘッド、研磨定盤もしくはその双方を回転させる手段を具備した研磨装置を準備する。そして本発明の研磨パッドを研磨装置の研磨定盤に研磨層が研磨ヘッドに対峙するように固定させる。半導体基板は研磨ヘッドに真空チャックなどの方法により固定される。研磨定盤を回転させ、研磨定盤の回転方向と同方向で研磨ヘッドを回転させて、研磨パッドに押しつける。この時に、研磨パッドと半導体基板の間に研磨剤が入り込むような位置から研磨剤を供給する。押し付け圧は、研磨ヘッドに加える力を制御することにより通常行われる。押し付け圧として0.01~0.2MPaが良好な平坦性を得られるので好ましい。

【0040】

【実施例】以下、実施例にそってさらに本発明の詳細を説明する。

【0041】ここで、研磨層の曲げ弾性率、デュロメータD硬度、表面粗さ、接触角は以下の方法で測定した。

【0042】(曲げ弾性率)ORIENTEC社製材料試験機(テンシロン RTM-100)を用いて、JIS K7203に記載の硬質プラスチックの曲げ試験方法に従い測定した。測定は5回行い、その平均値を求めた。

(デュロメータD硬度)高分子計器(株)製デュロメータD硬度計を用いて、JIS K7215に記載の硬質プラスチックのデュロメータ硬さ試験方法に従い測定した。測定は研磨層を2枚重ねて厚みを2mm以上とし、研磨層の中の10点について測定し、その平均値を求めた。

【0043】(表面粗さ)Kosaka Laboratory Inc. 製表面粗さ計(Surfcorder SE-3300)を用いて測定した。測定条件はJIS B0601記載の表面粗さに従い、カットオフ値λc0.8mm、測定長さL8mm、スピード0.1mm/sを採用した。測定はドレッシングされた研磨層の中の10点について中心線平均粗さRaおよび十点平均粗さRzを測定し、それぞれ平均値を求めた。

【0044】(接触角)協和界面科学(株)製接触角計(CA-D型)を用いて、ドレッシングした後自然乾燥させた研磨層の水との接触角を液滴法により10回測定し、その平均値を求めた。

【0045】また、半導体基板のCMP研磨評価は以下の方法で行い、研磨速度、スクラッチ数、残存ダスト数、グローバル平坦性を測定した。

【0046】(ベタ酸化膜のCMP)Lapmaster社製15LE型研磨機(研磨定盤直径φ38cm)を用いて、4インチの厚み1μmの熱酸化膜付シリコンウエハーを研磨した。研磨剤スラリーはキャボット社製

“CAB-O-SPERSE SC-1”を超純水で3倍に希釈して用いた。ウエハーはロデール社製バックグフィルム(T/P120-41CF22SJ)に貼付け、研磨ヘッドに固定した。研磨パッドは、両面接着テープ(住友3M(株)製タイプ442J)で研磨定盤に貼付け固定した。研磨層は旭ダイヤモンド(株)製のドレッサー(モデルCMP-M)を用いて表面をドレッシングしてから研磨評価に用いた。ドレッシング条件は圧力400g/cm²、研磨ヘッドおよび研磨定盤の回転数30rpm、超純水供給量10ml/分、ドレッシング時間5分である。ドレッシング後、研磨層表面を超純水流水下、ナイロンブラシで洗浄して研磨に供した。研磨条件は圧力400g/cm²、研磨ヘッドおよび研磨定盤の回転数50rpm、研磨剤スラリーの供給量100ml/分、研磨時間5分で行った。研磨後のウエハーを超純水流水下、ポリビニルアルコール布で洗浄し、圧空でウエハー表面の水を除去した。研磨速度は大日本スクリーン(株)製膜厚計(ラムダエースVM-2000)にてウエハー面内196点(5mmピッチの格子状、エッジから10mmは未測定)の研磨前後の酸化膜厚を測定し、その差の平均値から研磨速度を求めた。研磨後のウエハー表面のスクラッチ数は、自動X-Yステージを具備したキーエンス社製デジタルマイクロSCOPE(VH6300)でカウントし、また、残存ダスト数はトプコン社製のゴミ検査装置によりカウントした。尚、スクラッチ数が10個/ウエハー以下、残存ダスト数が250個/ウエハー以下の場合を半導体基板が高品位であるとした。

【0047】(凹凸パターン付き酸化膜のCMP)図1に示すような2.5種類の被覆率を持つ10mm角のチップがピッチ幅15mmで格子状に並んだ4インチ酸化膜付シリコンウエハーを用いて、上記と同様の手順で研磨を行った。被覆率が92%(凸幅230μm、凹幅20μm)の凸部と被覆率が8%(凸幅20μm、凹幅230μm)の凹部との段差をグローバル段差(初期段差は約0.45μm)として測定し、研磨時間が4分以内でグローバル段差が0.3μm以下まで減少した場合は平坦性が良好であるとした。また、研磨時間が4分以内でグローバル段差が0.2μm以下まで減少した場合は平坦性が特に良好であり、ディッシングやシンニングによる凹み量も極めて少ないことが示唆される。

【0048】実施例1

エポキシ当量が500であるテトラブロモビスフェノールA型エポキシ樹脂(東都化成社製 YDB-500)を固形分として94重量部、エポキシ当量が220であるクレゾールノボラック型エポキシ樹脂(東都化成社製 YDCN-220)を固形分として13重量部、硬化剤としてジシアンジアミドを2.8重量部、硬化促進剤として2-エチル-4-メチルイミダゾールを0.1重量部、溶剤としてN,N-ジメチルホルムアミドを25重量部からなるワニス、紙基材として厚さ0.2mm

のクラフト紙に含浸し、180℃で加熱乾燥して、乾燥後の樹脂含量が55重量%のブリブレグを得た。50cm角の大きさに切断したブリブレグを6枚重ねて金属板に挟み、温度170℃、圧力5MPa、時間2分の条件でプレスし、6層からなる厚み1.2mmの積層板を作製した。この積層板を直径38cmの円形に切断し、表面に幅2mm、深さ0.5mmの溝をピッチ幅15mmの格子状に形成して研磨層を作製した。次に、クッション層として厚さ1mmのニトリルゴム（体積弾性率=140MPa、引っ張り弾性率=4.5MPa）と該研磨層とを日東電工の両面接着テープ（No. 591）で貼り合わせて研磨パッドを作製した。

【0049】実施例2

クッション層として不織布をポリウレタン溶液に含浸して得られた厚さ1.2mmの湿式発泡ポリウレタン（体積弾性率=3MPa、引っ張り弾性率=50MPa）と実施例1と同じ研磨層を住友3M（株）の両面接着テープ442J（ポリエステルフィルムを基材とした両面接着テープ）で貼り合わせして研磨パッドを作製した。

【0050】実施例3

ポリメチルメタクリレート樹脂（住友化学（株）製スミベックスMH）76重量%と架橋ポリビニルピロリドン粉末（BASF社製ルピクロスM）24重量%とを熔融押出混練してベレットを得た。このベレットをインジェクションプレス成形装置IP-1050（（株）小松製作所）にて、厚み1.2mm、直径38cmの樹脂板を成形した。この樹脂板の表面に幅2mm、深さ0.5mmの溝をピッチ幅15mmの格子状に形成して研磨層を作製した。次に、実施例2と同じクッション層を住友3M（株）の両面接着テープ442J（ポリエステルフィルムを基材とした両面接着テープ）で貼り合わせして研磨パッドを作製した。

【0051】実施例4

実施例3において、樹脂組成をポリメチルメタクリレート樹脂を88重量%、架橋ポリビニルピロリドン粉末12重量%とする以外は同様の方法で研磨パッドを作製した。

【0052】比較例1

ポリエーテル系ウレタンポリマ（ユニローヤル社製アジブレンL-325）78重量部と4,4'-メチレンビス2-クロロアニリン20重量部と中空高分子微小球体（ケマノーベル社製エクспанセル551 DE）1.8重量部をRIM成形機で混合して金型に吐出して高分子成形体を作製した。この高分子成形体をスライサーで1.2mm厚みにスライスして硬質発泡ポリウレタンのシートを作製し、実施例1と同じ溝加工を施して直径38cmの研磨層を作製した。次に、実施例2と同じクッション層を住友3M（株）の両面接着テープ442J（ポリエステルフィルムを基材とした両面接着テープ）で貼り合わせして研磨パッドを作製した。

【0053】比較例2

イソシアネート基含量が23%の主剤（日本ポリウレタン（株）製 C4421）51重量%とOH価が320（KOHmg/g）の硬化剤（日本ポリウレタン（株）製 N4276）49重量%を脱泡しながら混練し、その後金型内で硬化させ、厚み1.2mmのポリウレタンシートを作製した。このシートに実施例1と同じ溝加工を施して直径38cmの研磨層を作製した。次に、実施例2と同じクッション層を住友3M（株）の両面接着テープ442J（ポリエステルフィルムを基材とした両面接着テープ）で貼り合わせして研磨パッドを作製した。

【0054】比較例3

実施例3において、ポリメチルメタクリレート樹脂だけでなくインジェクションプレスにより樹脂板を成形した以外は同様の方法で研磨パッドを作製した。

【0055】比較例4

実施例3において、樹脂組成をポリメチルメタクリレート樹脂を94重量%、架橋ポリビニルピロリドン粉末6重量%とする以外は同様の方法で研磨パッドを作製した。

【0056】比較例5

透明ABS樹脂（東レ（株）製）のベレットをインジェクションプレス成形装置（（株）小松製作所）にて、厚み1.2mm、直径38cmの樹脂板を成形した。この樹脂板の表面に幅2mm、深さ0.5mmの溝をピッチ幅15mmの格子状に形成して研磨層を作製した。次に、実施例2と同じクッション層を住友3M（株）の両面接着テープ442J（ポリエステルフィルムを基材とした両面接着テープ）で貼り合わせして研磨パッドを作製した。

（物性およびCMP研磨評価）実施例1～4および比較例1～5の研磨層について、曲げ弾性率、デュロメータD硬度、ドレッシング後の中心線平均粗さRaと十点平均粗さRzおよび水との接触角を測定した。その結果を表1に示す。次に、実施例1～4および比較例1～5の研磨パッドについて、ベタ酸化膜のCMP研磨評価を実施し、研磨速度、スクラッチ傷数、残存ダスト数を測定した。その結果を表1に示す。さらに、凹凸パターン付き酸化膜のCMP研磨評価を実施し、研磨時間に対するグローバル段差を測定した。その結果を図2、表1に示す。

【0057】表1および図2の結果から、曲げ弾性率が2GPa以上、および/またはデュロメータD硬度が80以上とすることで、グローバル段差が速く解消でき、平坦化特性に優れること、さらに、ドレッシング後の研磨層表面の水との接触角を75度以下とすることで、スクラッチ数や残存ダスト数が大きく減少し、高品位な基板表面を得ることが可能になることがわかる。

【0058】

【表1】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5
曲げ弾性率(GPa)	8.75	8.75	2.85	2.93	0.35	1.82	3.02	2.99	2.25
デュロメータD硬度(-)	89	89	90	91	60	76	92	92	84
中心線平均粗さRa(μm)	3.4	3.4	3.8	3.8	4.5	4.1	3.7	3.8	4.3
十点平均粗さRz(μm)	25.1	25.3	28.2	27.8	35.1	31.3	27.0	28.1	34.6
水との接触角(度)	55	58	42	74	73	58	105	80	98
研磨速度(A/分)	1020	972	935	1230	1170	1064	2300	1865	1321
スクラッチ数(個/ウエハ)	2	1	1	3	3	0	無数	37	65
残存ダスト数(個/ウエハ)	130	105	99	186	208	64	3450	453	753
グローバル平坦性 ¹⁾	◎	◎	○	○	×	×	○	○	○

1) 図2において、研磨時間4分におけるグローバル段差が0.2μm以下を◎、0.3μm以下を○、0.3μm以上を×とする。

【0059】

【発明の効果】本発明の研磨パッドおよび研磨装置および研磨方法により、半導体基板表面の凹凸の凸部を選択的に研磨することでグローバル段差が速く解消でき、また、金属配線やSTIにおける研磨においてもディッシングやシンニングなどの凹み量が少なく、かつスクラッチ傷や残存ダストが少ない高品位な半導体基板を得るこ*

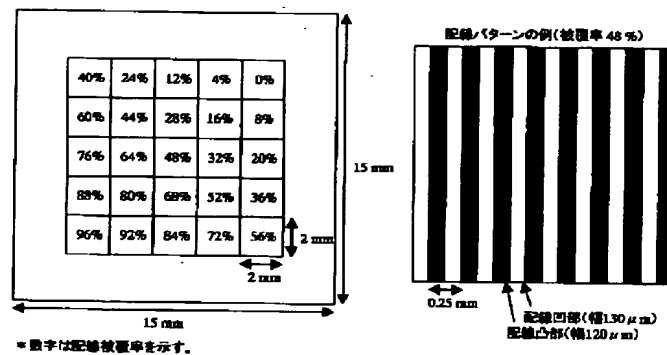
*とが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】研磨評価に供した4インチウェハ上に作製したチップ内の配線パターンである。

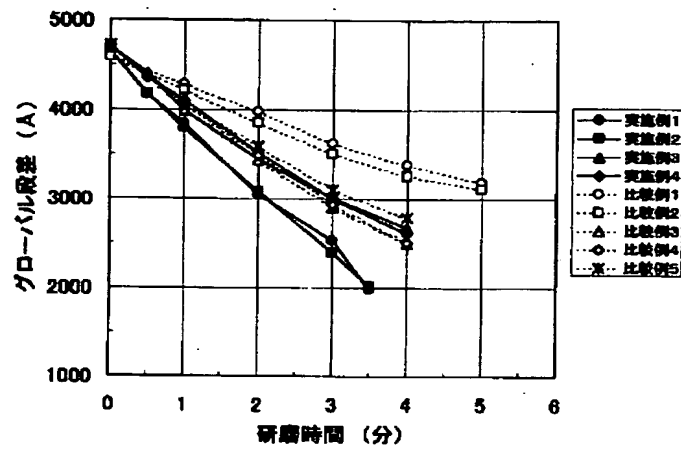
【図2】実施例における、研磨時間に対するグローバル段差の測定結果を示すグラフである。

【図1】



【図1】

【図2】



【図2】

フロントページの続き

F ターム(参考) 3C058 AA09 CB01 CB02 CB03 CB10
 DA12 DA17
 5F043 AA24 AA26 AA31 DD16 EE40
 FF07